

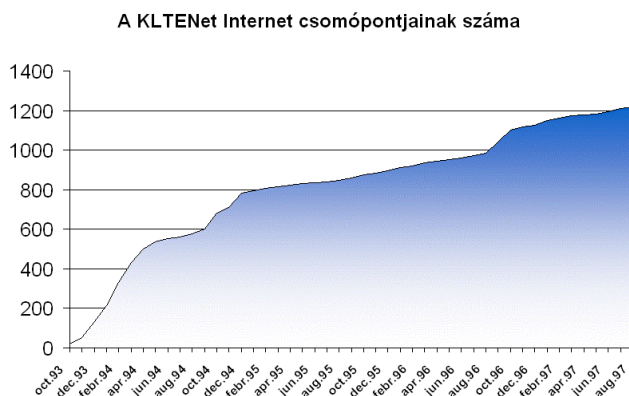
A KLTE SZÁMÍTÓGÉPES HÁLÓZATÁNAK FEJLŐDÉSE

Gál Zoltán

1) KLTENET 1.0 (1991-1997)

A KLTE mai értelemben vett számítógépes hálózatának kezdete 1990 utolsó negyedévére datálható, amikor elszórtan egy-két ArcNet szegmensre az egyetem akkori hat-nyolc darab személyi számítógépe kapcsolódott. Ezen izolált szegmenseken a csomópontok közötti adatátvitelhez az akkor elérhető PC platformon futó Novell Netware hálózati operációs rendszert használtuk. Az IIF programiroda támogatásával 1990-es év utolsó öt napjában az SZK-ban kiépült egy 9,6 kbps átviteli sebességű X.25-ös végpont, amelyhez a KFKI munkatársai a VAX 3500-es – jelenleg KOALA nevű - gépbe egy szinkron soros interfész kártyát telepítettek. Ezáltal az SZK-ban időközben kiépített belső tíz megabites Ethernet szegmensre kapcsolódó két-három PC-ről DECNet protokoll segítségével a KOALA-n keresztül X.25 hívásokat lehetett kezdeményezni. Így elérhetővé vált az MTA SZTAKI ELLA névre hallgató elektronikus levelezést és adatbázis szolgáltatásokat nyújtó szervergépe. Az egyetemről mintegy 25-30 oktató és kutató használta az SZK ilyenfajta szolgáltatását hazai adatok elérésére, valamint belföldi és nemzetközi elektronikus levelezésre. Ez a szolgáltatás egészen 1994 januárig létezett a közben kiépült korszerű egyetemi hálózattal párhuzamosan.

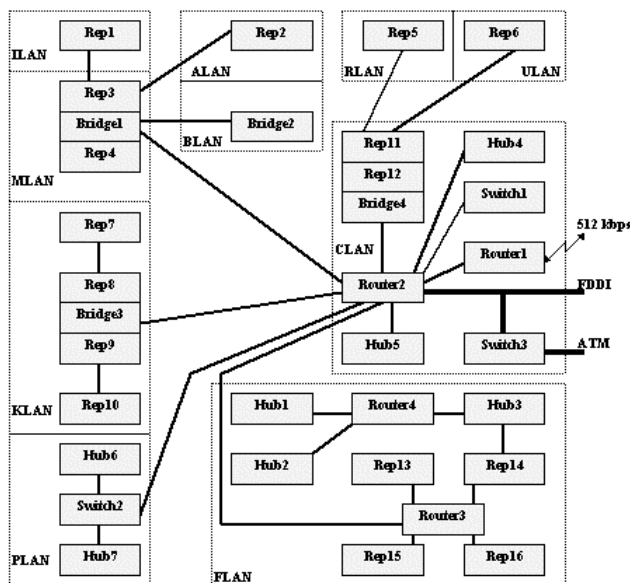
1991 első felében az MTA SZTAKI szervergépének kényelmesebb elérése céljából a főépület és SZK között egy vastagkábeles Ethernet szegmens épült ki, amelyhez egyrészt az Egyetemi Könyvtár, a Szociológia Intézet és a Pszichológiai Intézet, másrészt az SZK és a Zeneműtár gépei kapcsolódtak. A KLTE-n, hasonlóan más hazai X.25-ös végponthoz a pesti szervergép szolgáltatásai közül legnépszerűbb az elektronikus levelezés volt olyannyira, hogy a felhasználók az e-mail-t a kliens szoftver neve miatt csak Ella-ként emlegették. Gyakori volt a “Küldjél egy ellát nekem!”, vagy “Ma még nem néztem meg az ellámat.”, kívülállóknak esetleg furcsán hangzó szakzsargon használata. Ez a rendszer a távközlési szolgáltató akkori alacsony megbízhatóságú X.25 szolgáltatási színvonala miatt gyakran kiakadásokat, sőt levélvesztéseket okozott. Ennek ellenére az igény létezett és a felhasználók hetente átlagosan ötször-hatszor “használták ellájukat”.



Az előző, ELLA rendszer bizonytalanságainak kiküszöbölésére 1992 nyarán a - közben ISzK-ra átkeresztelkedett - egyetemi számítóközpont és MTA SZTAKI között X.25 segítségével egy virtuális DECnet áramkörön store-and-forward átviteli protokollt üzemeltünk be, így az egyetem felhasználóinak címzett levelek egészen az ISzK szerveréig jutottak el. Új levelek megírása és a beérkezettek kézbesítése az egyetem harminc-harmincöt csomópontos hálózatán keresztül a szerver segítségével történt. A szerveren azonosítóval rendelkező összes helyi felhasználó azonos módon nemcsak a levelezést használhatta, hanem az időközben EARN (European Academic and Research Network), Európai Akadémiai és Kutató Hálózat csomóponttá alakított szerver összes hálózati szolgáltatásait is. Ez interaktív- és háttér üzemmódban üzenetküldést, állományátvitelt jelentett és hozzáférést biztosított már

akkor a hasonló kutatási célból létrehozott amerikai BITNET hálózathoz. Ez utóbbi lehetővé tette a Internet közvetett elérését is. A több száz helyi felhasználó megnövekedett elektronikus levelezési igénye és a rendelkezésre álló korlátozott szervertkapacitás miatt ez a rendszer az előzőnél lényegesen jobb, de még kifogásolható szolgáltatást nyújtott. Ennek ellenére a tíz megabites Ethernet csomópontok száma az akkori vastag kábeles hálózaton folyamatosan nőtt. Az ISzK-ban az összes gép hálózatra került, a főépületben is további tanszékek kapcsolódtak egyenként három-négy géppel a KLTENet-re. A hálózaton alapvetően DECnet és Novell IPX/SPX protokollok biztosították a VAX és Novell Netware szervergépek elérését.

A PC-s UNIX operációs rendszerek 1992 végén jelentettek újdonságot az ISzK-ban. Közel egy félév alatt ahhoz elegendő gyakorlati jártasságra tettünk szert, hogy megítélhessük: a TCP/IP világot a KLTE-n sem lehet elkerülni. Az is erősen körvonalazódott, hogy az elkövetkező években a TCP/IP a gyártótól függetlenül meghatározó szerepű hálózati technológia lesz minden fajta számítógép kommunikációs igényének kialakításában. A vidéki egyetemek közül a KLTE elsőnek kapcsolódott az Internethez 1993 júniusában egy 9,6 kbps sebességű Budapest MTA SZTAKI – Debrecen KLTE ISzK végpontokkal rendelkező bérelt vonalon keresztül. Ennek nagy részét az IIF finanszírozta. Az akkori KLTENet-re kapcsolt negyven körüli csomópont Internet csomóponttá változott. Már akkor lehetett sejteni, hogy a 9,6 kbps sávszélesség nem sokáig lesz kielégítő.



KLTENet (1997 november 5.)

A FEFA 035/1-es projekt ütemezése szerint az Universitas intézmények lokális hálózatai, így a KLTENet is, 1993. december negyedik hetében léptek üzembe. Ezáltal az egyetem néhány más épületében időközben kialakított izolált szegmens is kapcsolódhatott. Az akkor kiépített gerinchálózat aszinkron adattovábbítást képes biztosítani, de az épületek között lefektetett üvegszálakon további bővítéssel lehetséges hang és videó átvitele is. A csillag/fa topológiájú gerinchálózat aktív eszközei a kivitelezés pillanatában az akkori reális igényeknek megfelelő optimális műszaki paraméterekkel rendelkeztek. Ezek üzemképességének folyamatos

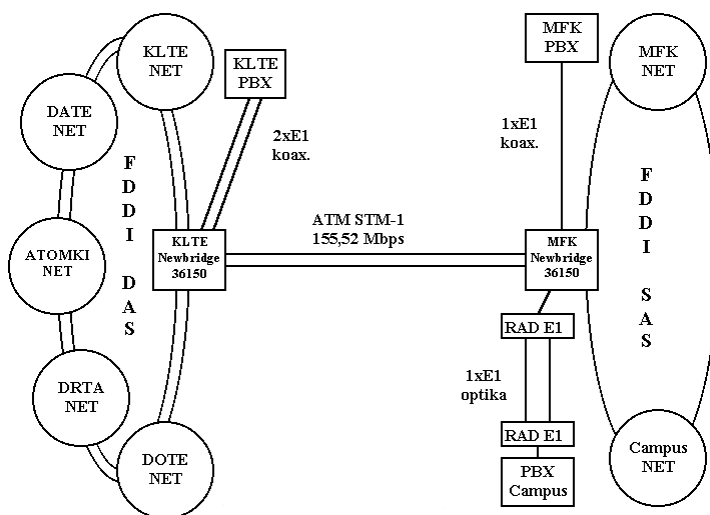
figyelése hálózati menedzsment szoftver segítségével az ISzK-ból történik.

Az Internet népszerűségének rohamos növekedése a KLTENet-nél is megfelel a trendeknek. 1994 végére a KLTE-n az Internet csomópontok száma elérte a hétszázat, ami 1997 végéig 1240-re nőtt. Ezek nyilvántartása és az Universitas intézményeiben található csomópontok Internet név-cím összerendelés szolgáltatása az ISzK egy DNS gépén történik még ma is. 1994-ben nagyon sok tanszék építette ki belső hálózatát, ami akkor összesen mintegy nyolcvan szegmenst és tíz kilométer koaxiális kábelt jelentett.

A megnövekedett igény miatt a budapesti bérelt vonalat 1994 júliusában át kellett váltanunk 64 kbps sávszélességűre. Ugyancsak azon év utolsó negyedében beüzemeltük az Universitas intézményeket összekapcsoló 100 Mbps sebességű FDDI városi hálózat gerincet, amelyen

keresztül a többi debreceni egyetem is hozzáfért az Internethez. Ez tovább növelte a KLTENet méretét és a rajta forgalmazott adatmennyiséget, ami ma eléri az átlag napi 2 Gigabájtot, azaz kétezer darab háromszáz oldalas könyvbe írt információ mennyisége naponta.

A WWW megjelenése és rohamos elterjedése az Interneten szükségessé tette a pesti bérelt vonal átviteli kapacitásának további növelését. Ez a bővítés 512 kbps értékre 1996 augusztusában került sorra, ami oda vezetett, hogy a már négy éve szüntelenül működő lokális gerinchálózati eszközök a napközbeni túlterhelés miatt jelenleg hálózati torlódásokat és forgalom elakadásokat is produkálnak. Ugyanabban az időben lehetővé tettük a minősített oktatók számára, hogy telefonvonalon otthonról elérhessék az Internetet. Ez a dial-up szolgáltatás mai is létezik. A LAN-ok rohamos fejlődése, valamint a többéves hálózatüzemeltetési tapasztalat alapján arra az egyszerű, de fontos következtetésre jutottunk, hogy a jelenlegi és későbbi új kommunikációs igényeknek megfelelő technikák csak a helyesen megválasztott átviteli közeget nem módosítják. Ezért a KLTENet esetében folyamatosan a sodrott érpáras technológiára térünk át. Az átállás fontos, mert az adat, hang és videó egyidejű továbbítása ugyanazon vezetéken feltételezi csomópontonként az optikai- vagy sodrott érpárat.



A FEFA 1807/4/4 projekt keretén belül megvalósított fejlesztéssel a KLTENet szolgáltatás jellegű listája tovább bővült. Azóta az aszinkron adattovábbítás mellett ugyanazon átviteli közegen egyidőben hangot is továbbítunk. Ennek segítségével 1996 szeptemberétől a KLTE Egyetem tér 1. és Campus telephelyei között belső telefonhívás lehetséges. Ehhez az ATM (Asynchronous Transfer Mode) átviteli technikára épülő 155 Mbps-es szélessávú integrált adatátviteli

szolgáltatásokat kellett igénybe vennünk. Ez a technika tette lehetővé újabban, hogy a KLTE Műszaki Főiskolai Kara is belső telefonszámokon elérhető. ATM alapú újabb hálózatfejlesztéssel lehetővé válik a már most igényként felmerülő multimédia és videokonferencia szolgáltatások elindítása egyetemen belül.

Összegzésképpen megállapítható, hogy a rohamosan bővülő tendenciát mutató számítógép hálózati szolgáltatások biztosítása a KLTE-n az ISzK minden dolgozójától komoly erőfeszítést igényelt és igényel folyamatosan. Ugyanakkor a számítógépes hálózatot használó személyek részéről a létező szabályok betartása és betartatása elkerülhetetlen. A KLTE és egyben a régió egyetemei számítógépes hálózatának szívverése az ISzK-ból indul ki. Minden újabb hálózatfejlesztési törekvésnek összhangban kell lennie a meglévő komplex rendszer jelenlegi műszaki paramétereivel. A KLTENet megfelelő fejlesztéssel képes integrálni az egyetem minden fajta kommunikációs igényét. A debreceni felsőoktatásban egyre növekvő számítógépes park, valamint a szolgáltatás jellegű igények és műszaki lehetőségek egymáshoz való igazítása objektív módon szükségessé teszi a KLTENet folyamatos bővítését.

2) KLTENET 2.0 (1998-2000)

A Debreceni Egyetem informatikai hálózata az utóbbi két évben egy szükségszerű korszerűsítési folyamaton halad át. A B-ISDN szolgáltatások erőteljes bevezetése az egyetemen az ATM átviteltechnika megfelelő szintű szabványosítása után volt lehetséges. A nagyobb forgalmakat generáló alkalmazások használata esetén a hagyományos IEEE 802.x LAN technológiák szolgálati minőségi paraméter korlátjait már évek óta tapasztaljuk. Emiatt az ATM-re való migráció szükségessége az utóbbi négy évben egyre hangsúlyozottabbá vált intézményünkben.

Az egyetemek integrációja az informatikai rendszereik összehangolását is feltételezi. A régebbi, önálló debreceni felsőoktatási intézmények esetén a lokális hálózatok fejlesztése önállóan történt, csak a városi hálózathoz való kapcsolódást biztosító interfészek voltak meghatározva. Az ATM átviteltechnika szabványosítási folyamata miatt a debreceni egyetem MAN-on az átviteli QoS paraméterek javítása a Top-Down migrációs módszer alapján történt. Első sorban a városi hálózat gerinc részét bővítettük, így ATM felett hang és adat átvitelét már több mint három éve biztosítjuk. Csak ezután következett a végfelhasználói gépek ATM-be való integrálása. A Gigabit Ethernet bevezetését a nagyforgalmú épületek között és erős szerverek esetén végezzük.

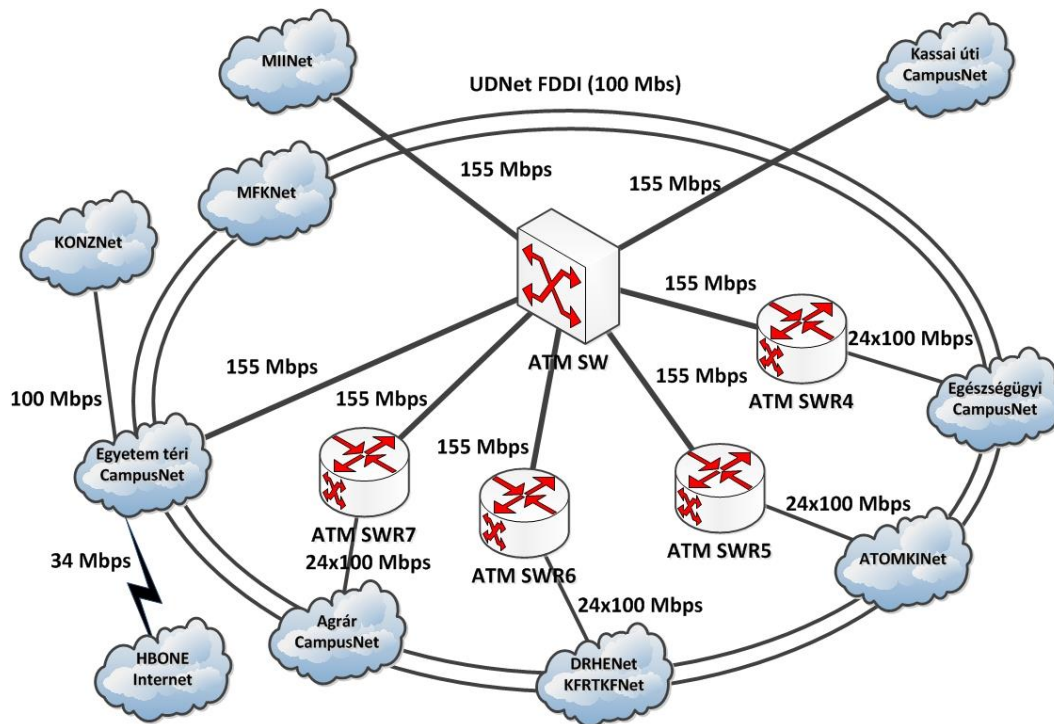
A nagyobb átviteli sebesség igények miatt a végfelhasználói gépek közül egyre több rendelkezik 100 Mbps-os Ethernet hálózati kártyával. Másfelől az alkalmazások működéséhez szükséges biztonságos adattovábbítás és a hálózati adatok titkossága a busz topológiájú Ethernet mellőzését indokolták. Véleményünk szerint még ez a lépés sem elegendő, hogy a felhasználók számára megfelelő minőségű szolgáltatások álljanak rendelkezésre.

Emiatt az integrálódó egyetem LAN-jainak gerincét is megfelelő módon egységesítjük. A Top-Down elv szerint a MAN gerinc részében erős ATM kapcsolók helyezkednek el, hasonlóan ATM/Ethernet kapcsolókat teszünk a LAN-okba is, míg a felhasználói csomópontok számára kapcsolt Ethernet, illetve 25/155 Mbps-os ATM interfészeket biztosítunk csillag topológiában. A "best effort" típusú LAN gerinceken a megnőtt sáv szélesség miatt a megfelelő épületek között Gigabit Ethernet üvegkapcsolatokat alkalmazunk.

A debreceni városi ATM hálózat felépítése

A debreceni regionális központnak jelenleg egyetlen 34 Mbps-os bérelt vonalas kapcsolata van a HBONE-hoz. A város egyetemei és egyéb NIIF intézményei az utóbbi hat évben egy MAN hálózatot alakítottak ki, amely az 1. ábrán látható módon kapcsolja össze az egyes XLAN-okat. A MAN-on több mint 3500 debreceni IP csomópont forgalmaz.

Az intézményi XLAN-okat egy FDDI gyűrű és sugaras topológiában 155 Mbps-os ATM link-ek kapcsolják össze. Az XLAN-ok Ethernet/Fast Ethernet csatlakozási felületet tesznek lehetővé a felhasználói gépek számára és a városi gerinchez FDDI/Ethernet router, valamint ATM/Fast Ethernet L3/L4 access switch-ek biztosítják a kapcsolatot. A bérelt vonalas intézmények a KLTE HBONE útválasztóhoz kapcsolódnak.



A debreceni régió ATM kapcsolatai (2000.03.10.)

A városi ATM hálózat központi eszköze egy FORE ASX-200BX ATM kapcsoló nyolc darab 155 Mbps-os és 6 darab 25,6 Mbps-os interfésszel. Ezekhez XYLAN OmniStack L3, valamint a Cabletron SSR családhoz tartozó L3/L4 ATM/Fast Ethernet access switch-ek kapcsolódnak [6]. A nyolc 155 Mbps-os interfész közül hét gerinc kapcsolatokat lát el, míg a nyolcadik a WEB cache funkciót is biztosító multimédia szerver PC (MMPC) ATM link-je. A 25,6 Mbps-os interfészekhez további MMPC-k kapcsolódnak. Az MMPC-eket ATM feletti multimédiás alkalmazásokkal való kísérletezésre használjuk.

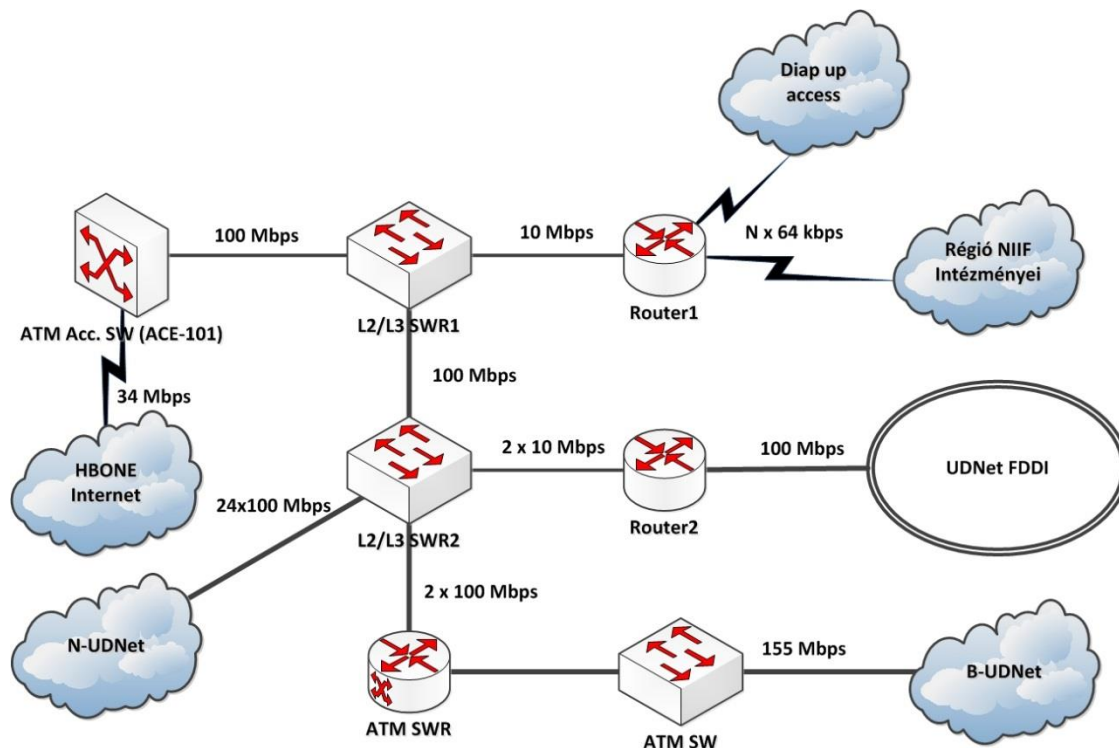
Minden fajta debreceni ATM kapcsolat kizárólagosan SDH felületen működik. Az ATM/Fast Ethernet access kapcsolók mögötti CISCO, XYLAN, Cabletron gerinchálózati eszközök fizikai szinten multimodusu optikát és sodrott érpárat használnak. Adatkapcsolati szinten Ethernet és Fast Ethernet felületek teszik lehetővé a végpontok csatlakozását.

A debreceni intézmények kizárólagosan C osztályú IP címeket használnak. A hálózat tagoltsága szükségessé tette IP alhálózatok kialakítását. Így mintegy 70-80 IP subnetwork működik a MAN-on. Mivel nemcsak CISCO útválasztókat használunk, ezért az IP és IPX routing elég bonyolulttá vált és jelentős mértékben leterheli a régebbi útválasztó eszközeinket. Az ATM felett IP protokollt, az FDDI felett IP-t és IPX-et továbbítunk

A debreceni városi ATM és a HBONE ATM hálózatok kapcsolódása

Nagyon fontos megemlíteni, hogy a városi MAN-nak az intézmények közötti monomodusu optikai gerince áthalad a MATÁV debreceni székhelyén, ezért a HBONE SDH kapcsolat kiépítése nagyon egyszerű volt. A 2. ábra a debreceni regionális központ HBONE kapcsolatát mutatja be. A jelenlegi HBONE útválasztónk típusa CISCO 3600 (Router1).

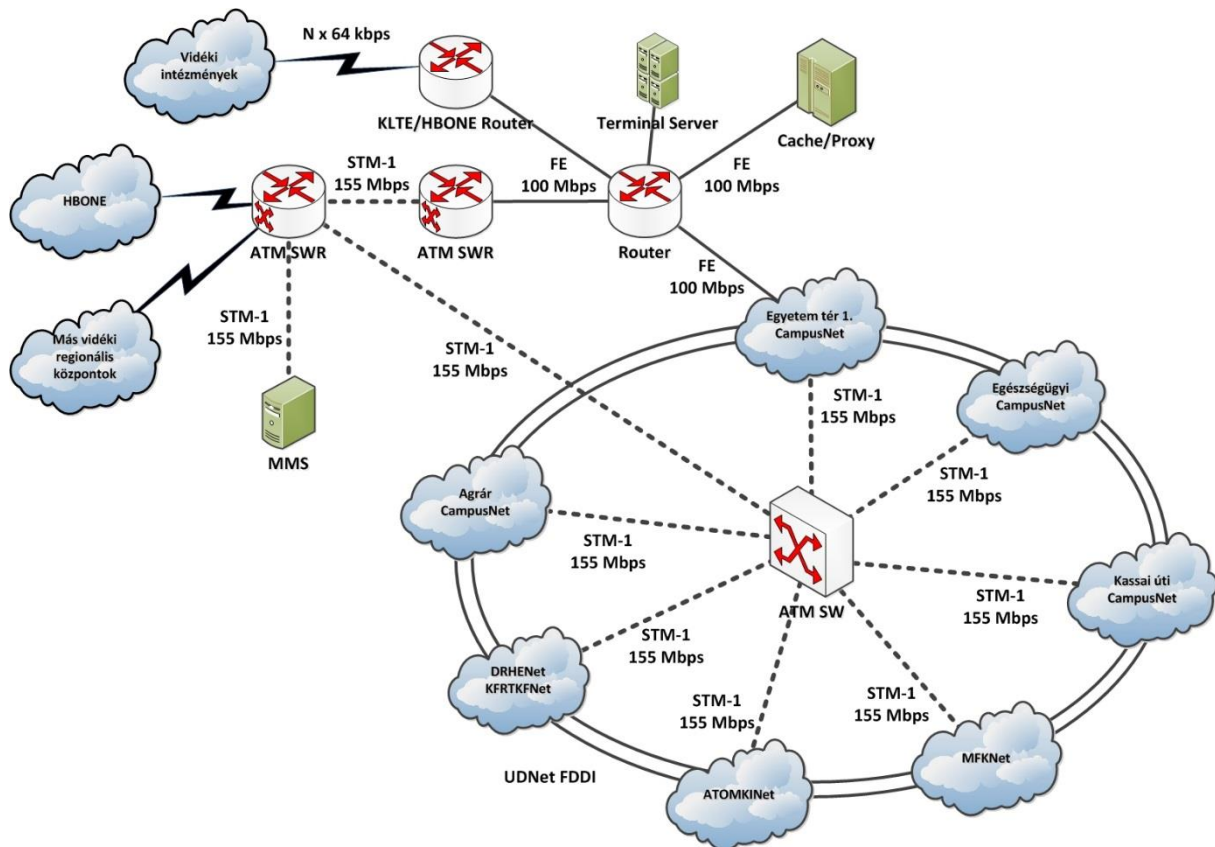
Mivel azonban ennek a routernek csak 10 Mbps-os Ethernet interfészei vannak, ezért a 34 Mbps-os HBONE SDH link-et Fast Ethernet-re konvertáló ACE 101-es ATM access switch-hez ideiglenesen egy másik L2/L3-as switch-et kellett kapcsolnunk.



A debreceni regionális központ HBONE és belső ATM kapcsolatai (2000.03.10.)

A Router1 útválasztó nemcsak a debreceni régió 64 kbps-os vonalainak forgalmát hordja fel a pesti vonalra, hanem a dial-up felhasználók számára is biztosítja az Internet hozzáférést. A Cisco 4000 típusú Router2 útválasztó az FDDI gyűrű és a központi L2/L3 SW/R2 kapcsoló közötti link-et teszi lehetővé. Ezáltal a keskenysávú hálózat (N-DUNet), a szélesávú hálózat (B-DUNet) és az FDDI gyűrű csomópontjai látják egymást.

A fenti konfiguráció segítségével az FDDI csomópontok HBONE forgalmát külön útvonalra tereltük. Ennek ellenére a jelenlegi állapotot csak ideiglenesnek gondoljuk, mivel a HBONE vonalunk 155 Mbps-ra növelése során szükségessé válik az FDDI gyűrű és a HBONE közötti sávszélesség 100 Mbps-ra való bővítése. Ezt a bővítést a 3. ábra szemlélteti.



A debreceni régió ATM kapcsolatai (terv 2000. aug-ig)

A városi ATM és a HBONE ATM hálózatok között közvetlen 155 Mbps-os SDH kapcsolatot fogunk kialakítani. Ezáltal lehetővé tesszük az egyetem campusai számára, hogy közvetlenül SDH-n kapcsolódjanak a HBONE-hoz. Ehhez a FORE ATM kapcsolóról át fogjuk helyezni az ATM MMPC-t a CISCO ATM kapcsoló egy üres 155 Mbps-os interfészére.

Más vidéki regionális központ(ok) közvetlen SDH (vagy az egyetlen SDH link feletti újabb ATM) kapcsolatát a HBONE ATM switch-hez fogjuk csatlakoztatni. Az ATM hálózaton PVC, SPVC és SVC áramkörök segítségével alakítjuk ki az IP számára szükséges útvonalakat.

A debreceni városi hálózat további fejlesztési tervei a 2000. utánra

Natív ATM csomópontok segítségével kísérleti videó konferencia rendszer beüzemelését tervezzük az év második felében. Ehhez további tíz darab 25,6 Mbps-os ATM end user csomópontot alakítunk ki a FORE ATM switch körül. Az Egységes Gazdálkodási Rendszer (EGR) Egyetem tér 1. Campus-on történő bevezetése miatt az ottani épületek között Gigabit Ethernet-re térünk át. Így az N-UDNet gerinchálózatban egy négy portos Gigabit Switch Router (GSR) eszközt tervezünk elhelyezni.

A B-UDNet és N-UDNet közötti jobb sávszélesség kialakítása céljából STM-4 (622 Mbps) ATM link-et alkalmazunk. A nagy erőforrás szerverek számára több 100 Mbps-os Ethernet interfészt, illetve Gigabit Ethernet linket biztosítunk. Az EGR rendszer hozzáférési csomópontjai számára VLAN technikák bevezetését tervezzük. Ezt az IEEE 802.1Q segítségével fogjuk megoldani.